



Universidad Católica “Nuestra Señora de Asunción”

Sede Regional Asunción

Facultad de Ciencias y Tecnología

Departamento de Ingeniería Electrónica e Informática

Carrera de Ingeniería Electrónica

Teoría y Aplicaciones de la Informática 2

Trabajo Práctico

Tema: Acelerómetro.

Alumno: Carlos Giménez.

Matricula: 50142.

Profesor: Ing. Juan de Urraza

Septiembre 2009.-

Índice

Introducción.....	3
Un poco de historia.....	3
¿Que es un acelerómetro?.....	4
Principio de funcionamiento.....	5
Característica.....	7
Tipos de acelerómetros.....	8
Piezo-resistivo.....	8
Galgas extensométricas.....	9
Térmico.....	10
Condensador.....	10
En la actualidad.....	11
Aplicaciones actuales.....	12
NINTENDO Wii.....	12
Wikitude Drive.....	15
Automoción.....	15
CRASH TEST DUMMIES	18
Cámaras digitales.....	19
Celulares.....	21
Conclusión.....	21
Bibliografía.....	22
Anexos(complemento de compañeros).....	23

Introducción

Con el presente trabajo se pretende dar a conocer características del dispositivo, tecnología utilizada, avances, el modo de funcionamiento, posibles aplicaciones, y en concreto como y donde está siendo utilizado este dispositivo en la actualidad.

Breves definiciones:

- Acelerómetro: un instrumento destinado a medir aceleraciones.
- Transductor: dispositivo capaz de transformar o convertir un determinado tipo de energía de entrada, en otra de diferente a la salida.
- Android: plataforma de software y un sistema operativo para dispositivos móviles.
- Sensor: aparato capaz de transformar magnitudes físicas o químicas, en magnitudes eléctricas.
- Symbian: sistema operativo que fue producto de la alianza de varias empresas de telefonía móvil.

Obs: un sensor se diferencia de un transductor en que el sensor está siempre en contacto con la variable a medir o a controlar.

Un poco de historia.

Básicamente el acelerómetro se inicia en el año 1880, con el descubrimiento del cristal piezoeléctrico, y este efecto fue descubierto por Pierre Curie y Jacques Curie en 1880, quien publicó una demostración experimental que conecta la tensión mecánica y superficial de carga en un cristal.

El desarrollo del acelerómetro piezoeléctrico comercial fue ocasionado por una serie de intentos por encontrar el método más eficaz para medir la vibración en grandes estructuras como puentes y en los vehículos en movimiento, como los aviones. Un intento fue el calibrador de tensión de resistencia como un mecanismo para construir un acelerómetro. Por cierto, fue Hans J. Meier que, a través de su trabajo en el MIT, se le acredita como el primero en construir un acelerómetro comercial llamado calibrador de tensión, en 1938. Sin embargo, los acelerómetros del calibrador de tensión son frágiles y producen bajas frecuencias de resonancia, lo que ocasionaban una respuesta de baja frecuencia. Estas limitaciones en rango dinámico hacen que sea inadecuado su uso en las aeronaves navales. Por otra parte, el sensor piezoeléctrico demostró ser una

opción mucho mejor que el calibrador de tensión en el diseño de un acelerómetro. El módulo de alta elasticidad de los materiales piezoeléctricos hace al sensor piezoeléctrico una solución más viable a los problemas identificados con el acelerómetro del calibrador de tensión.

En pocas palabras, las propiedades inherentes de los acelerómetros piezoeléctricos se convirtieron en una alternativa mucho mejor a los tipos de calibrador de tensión, debido a su respuesta a alta frecuencia, y su capacidad para generar altas frecuencias de resonancia. El acelerómetro piezoeléctrico permitió una reducción en su tamaño físico a nivel de fabricación y también proporcionan un mayor g (gravedad estándar) en relación con el tipo de calibrador de tensión. En comparación, el tipo de calibrador de tensión muestra una respuesta en frecuencia plana por encima de 200 Hz mientras que el tipo piezoeléctricos proporcionan una respuesta plana de hasta 10.000 Hz. Estas mejoras han permitido la medición de las vibraciones de alta frecuencia asociado a los movimientos rápidos y de corta duración, así como los choques de las aeronaves que antes no era posible con los tipos de calibrador de tensión. En poco tiempo, las ventajas tecnológicas de los acelerómetros piezoeléctricos se pusieron en manifiesto y en la década de 1940 la producción a gran escala de los acelerómetros piezoeléctricos comenzó. Hoy en día, los acelerómetros piezoeléctricos se utilizan para la instrumentación en los campos de la ingeniería, la salud y la medicina, la aeronáutica y muchas otras industrias diferentes.

¿Que es un acelerómetro?

Un acelerómetro como se intuye por su nombre es un instrumento para medir la aceleración de un objeto al que va unido, lo hace midiendo respecto de una masa inercial interna.

Existen varios tipos de tecnologías (piezo-eléctrico, piezo-resistivo, galgas extensométricas, láser, térmico ...) y diseños que aunque todos tienen el mismo fin (medir la aceleración) pueden ser muy distintos unos de otros según la aplicación a la cual van destinados y las condiciones en las que han de trabajar. Hay dos parámetros principales a la hora de escoger el medidor adecuado, los rangos de funcionamiento de temperatura y frecuencia. Otros parámetros importantes pueden ser el tamaño, si tienen más funciones, la resistencia a golpes y por supuesto el precio.

Los acelerómetros han pasado de estar dedicados a un uso industrial (medir vibraciones y oscilaciones) y de investigación a estar presentes en muchos aparatos cotidianos, veremos algunos ejemplos de ellos (Wii, Footpod, portátiles, ...).

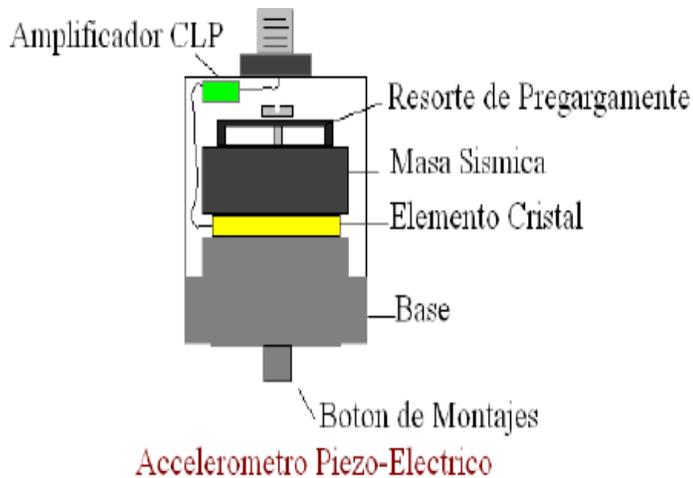
Tres áreas de aplicación importantes son la medición de vibraciones, la detección de choques de vehículos, y la sismografía. La medición de vibraciones es útil tanto para evaluar los esfuerzos que se producen en diferentes máquinas y su efecto probable sobre el desgaste de diversas partes o sobre el ser humano, como para rastrear el origen de diversos tipos de ruidos. La detección de choques se emplea para disparar el inflado de las bolsas de aire que se utilizan en diversos automóviles para amortiguar el golpe de una eventual colisión. Finalmente, los sismógrafos permiten evaluar la intensidad de un sismo, o inclusive activar una alarma cuando comienzan a detectarse vibraciones de baja frecuencia características de los sismos.



Diferentes tipos de acelerómetro (marca Honeywell)

Principio de funcionamiento

El principio fundamental que aplica este dispositivo electrónico es la tan conocida segunda ley de Newton, la cual relaciona $\vec{F} = m\vec{a}$, básicamente el sistema se compone de masa y resorte (o materia elástica). Esto implica que un sistema acelerado producirá una fuerza de acuerdo a la relación. La fuerza hace que el resorte en el acelerómetro (o materia elástica), se expanda o se comprima. Tengamos en cuenta que la aceleración ocurre solo en un sentido y por lo tanto para que el acelerómetro mida movimientos en un plano, se necesita duplicar el sistema en una dirección perpendicular a la original.



En base a la figura daremos una explicación más técnica. La masa sísmica está sujeta a la base con un perno axial, que se apoya en un resorte circular. El elemento piezo eléctrico (cristal) está ajustado entre la base y la masa. Cuando una materia está sujeta a una fuerza, se genera una carga eléctrica entre sus superficies. Cuando se mueve el acelerómetro en la dirección arriba abajo, la fuerza que se requiere para mover la masa sísmica esta soportada por el elemento activo. Según la segunda ley de Newton, esa fuerza es proporcional a la aceleración de la masa. La fuerza sobre el cristal produce la señal de salida, que por consecuente es proporcional a la aceleración del transductor. Los acelerómetros son lineales en el sentido de la amplitud, lo que quiere decir que tienen un rango dinámico muy largo. Los niveles más bajos de aceleración que puede detectar son determinado únicamente por el ruido electrónico del sistema electrónico, y el límite de los niveles más altos es la destrucción del mismo elemento piezo eléctrico.

En pocas palabras, como hemos mencionado, lo que nos brinda el acelerómetro es una señal de salida relacionada a la aceleración, por ejemplo, hablando de transductores se puede decir que de acuerdo a la fuerza con que se mueve el sistema, este reacciona convirtiendo movimiento en voltaje eléctrico por medio del cristal, lo cual nos brinda una relación, es decir, supongamos que para una fuerza de 1 Newton , el sistema nos brinda 1 volt, donde conociendo la masa tenemos la relación de aceleración por medio de la segunda ley de Newton, para ese voltaje dado, en forma práctica si asignamos

una masa de 1Kg para este movimiento tenemos $\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}$ lo que nos da como resultado $1=1/1$, para una aceleración de 1 metro cuadrado por segundo, el sistema nos brinda un voltio, lo que sería más que evidente decir que para un movimiento más fuerte, es decir, una fuerza de 2 Newton, el sistema nos proporcionaría una aceleración de 2 metros cuadrados por segundo, lo que a su vez equivaldría a 2 voltios, y así sucesivamente.

Además de esto, esa señal podemos integrar una o dos veces para obtener así fácilmente la velocidad o desplazamiento.

Características

El acelerómetro es uno de los transductores más versátiles.

Este dispositivo junto con los circuitos eléctricos asociados se puede usar para la medida de velocidad y desplazamiento además de la determinación de formas de onda y frecuencia.

Su uso es común en mantenimiento predictivo, donde se emplea para detectar defectos en máquinas rotativas y alternativas, detectando por ejemplo, el mal estado de un rodamiento o cojinete en una etapa temprana antes de que se llegue a la avería. En bombas impulsoras de líquidos detectan los fenómenos de cavitación que pulsan a unas frecuencias características.

Los acelerómetros electrónicos son fabricados para medir la aceleración en una, dos o tres dimensiones. De manera que sea posible medir la aceleración en cada eje. Esta característica permite medir la inclinación de un cuerpo, puesto que es posible determinar con el acelerómetro la componente de la aceleración provocada por la gravedad que actúa sobre el cuerpo.

Un acelerómetro también es usado para determinar la posición de un cuerpo, pues al conocerse su aceleración en todo momento, es posible calcular los desplazamientos que tuvo. Considerando que se conocen la posición y velocidad original del cuerpo bajo análisis, y sumando los desplazamientos medidos se determina la posición.

En términos de hardware, los acelerómetros pertenecen a la categoría de los MEMS (Micro Electro-Mechanical Systems), un tipo de dispositivos electromecánicos contruidos generalmente a base de silicio policristalino modelado y que se miden en micrómetros. Se trata de un proceso de fabricación que comparte con los cabezales de impresión de inyección de tinta, sensores químicos, de temperatura, etc.

Una de las ventajas principales de este tipo de transductor es que se puede hacer tan pequeño que su influencia sea despreciable sobre el dispositivo vibrador. El intervalo de frecuencia típica es de 2 Hz a 10 KHz.

Tipos de acelerómetros

Piezo-eléctrico

El funcionamiento de este tipo de acelerómetros se basa en las propiedades de los cristales piezo-eléctricos. Estos cristales cuando son sometidos a alguna fuerza (compresión, flexión, extensión) producen una corriente eléctrica, la palabra piezo de origen griego significa "apretar".

Así que poniendo un cristal de este tipo entre la carcasa (unida al objeto cuya aceleración se quiere medir) y una masa inercial se producirá una corriente cuando ocurra una aceleración (la masa ejercerá una fuerza sobre el cristal). Midiendo esta corriente podremos calcular la aceleración, bien directamente si se trata de un acelerómetro de salida de corriente (culombios/g) o bien convirtiéndola a un voltaje de baja impedancia si se trata de un acelerómetro de salida de voltaje.

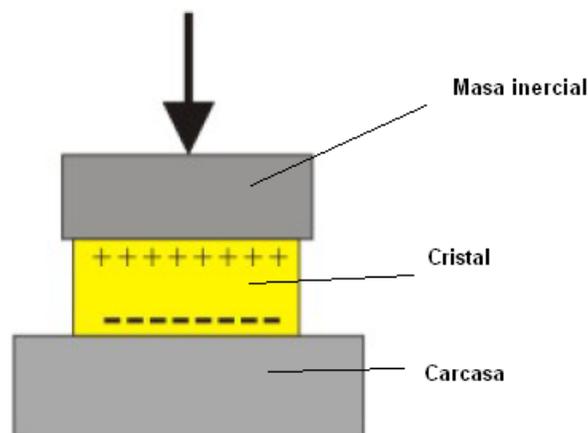


Diagrama de un acelerómetro piezo-eléctrico

Piezo-resistivo

Un acelerómetro piezo-resistivo a diferencia de uno piezo-eléctrico utiliza un sustrato en vez de un cristal piezo-eléctrico, en esta tecnología las fuerzas que ejerce la masa sobre el sustrato varían su resistencia, que forma parte de un circuito que mediante un puente de Whetstone mide la intensidad de la corriente. La ventaja de esta tecnología respecto a la piezo-eléctrica es que pueden medir aceleraciones hasta cero Hz de frecuencia.

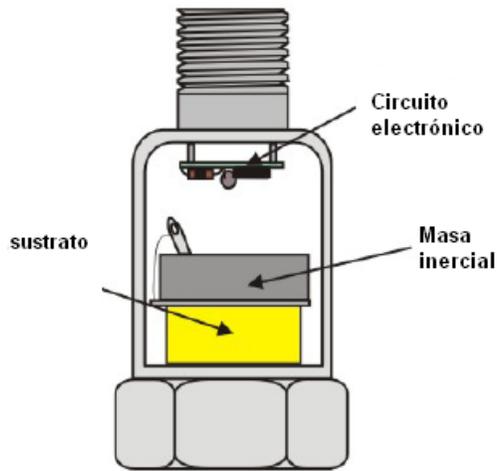
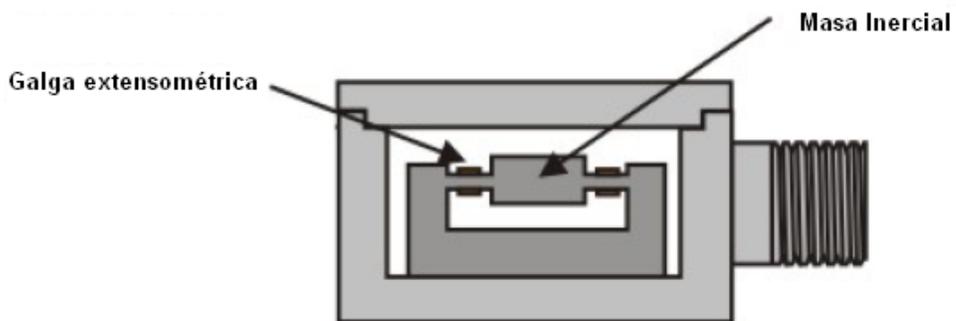


Diagrama de un acelerómetro piezo-resistivo

Galgas extensométricas

En este tipo de acelerómetro una (o más) galgas extensométricas hacen de puente entre la carcasa del instrumento y la masa inercial, la aceleración produce una deformación de la galga que se traduce en una variación en la corriente detectada por un puente de Whetstone, la deformación es directamente proporcional a la aceleración aplicada al acelerómetro. Al igual que en el piezo-resistivo la respuesta de frecuencia llega hasta los cero Hz.

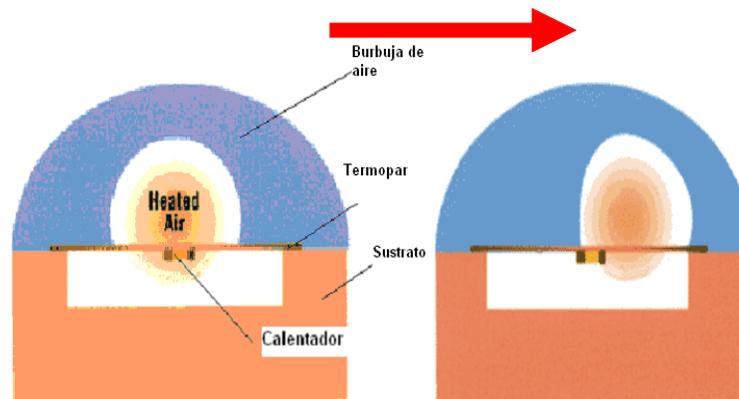


Térmico

Este tipo de acelerómetro consiste de los siguientes elementos (como se ven en la figura) un sustrato de silicio en el cual se hace un hueco para meter una pequeña resistencia que hace de calentador, con dos termopares en los extremos, se forma una cavidad de aire (burbuja) encima (la carcasa es estanca).

En reposo con el calentador creando un núcleo de aire caliente en el centro, cuando ocurre una aceleración, por convección, el aire frío desplaza al caliente, el núcleo de aire caliente se desplaza en la misma dirección que la aceleración, esto crea un diferencial de temperatura entre los termopares.

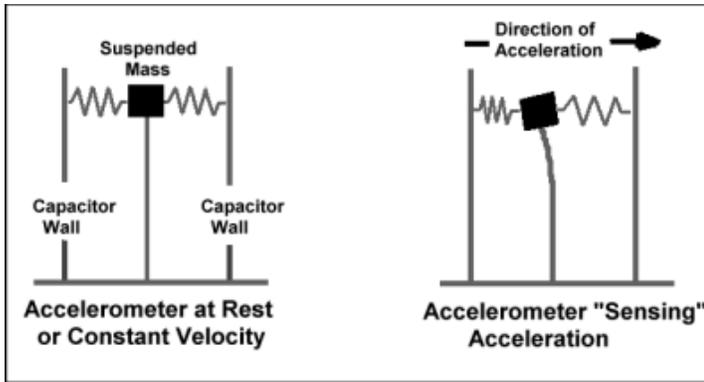
Midiendo este diferencial, ampliando y acondicionando la señal podemos obtener la aceleración del objeto.



Al sufrir una aceleración hacia la derecha el núcleo se desplaza en el mismo sentido

Condensador

En este tipo de acelerómetros el elemento que conecta la masa inercial con la carcasa es un condensador. Una de las paredes está fija, pegada a la carcasa y la otra a la masa. Cuando ocurre una aceleración la masa presiona el condensador variando el grosor entre pared y pared. Midiendo la capacitancia del condensador podemos calcular la aceleración. Este tipo de acelerómetros son extremadamente resistentes, pueden soportar aceleraciones de 30 000 G lo cual permite usarlo en mediciones de aceleración de proyectiles de cañón.

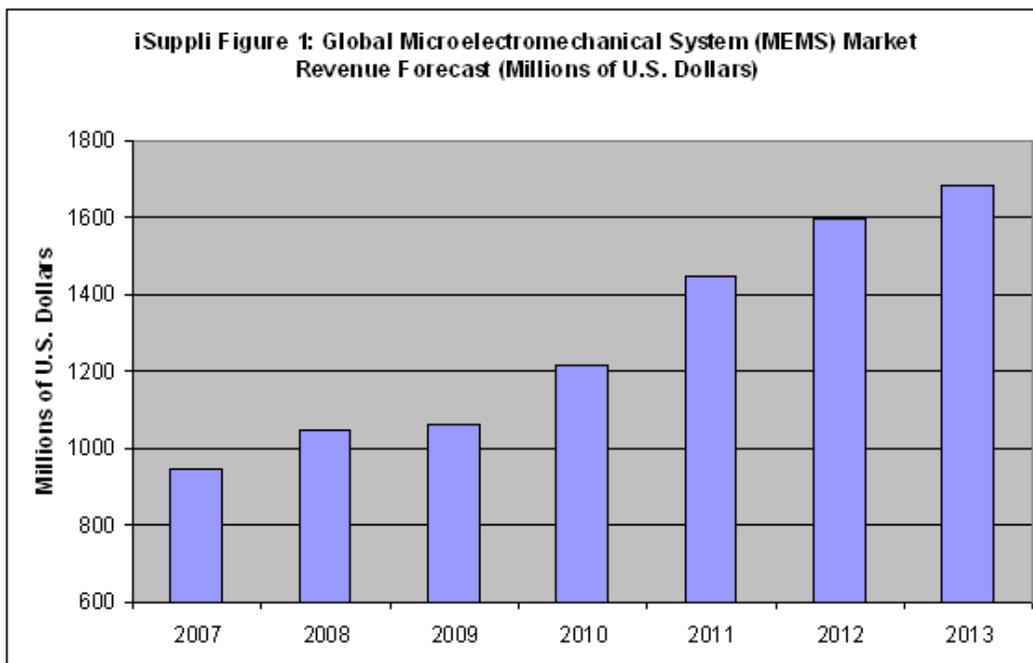


Esquema del principio de funcionamiento de un acelerómetro de condensador.

En la actualidad

Los acelerómetros han estado detrás de algunos de los productos tecnológicos más exitosos de los últimos años (¿te suena la palabra Wii o iPhone?). Junto al GPS y las pantallas táctiles, lideran la actual avalancha de smartphones, al punto que es impensable un teléfono de gama alta que no lo incorpore.

La demanda por estos sensores es tal, que un reciente informe de iSuppli Corp estableció que, a pesar de que su precio disminuye cada año, el mercado mundial de acelerómetros se expandirá de US\$900 millones en 2007 a US\$1.7 Billones en 2013, lo que indica el siguiente grafico:



Aunque no nos demos cuenta, están por todos lados. Desde hace años los airbags usan acelerómetros para diferenciar una frenada brusca de un verdadero choque. Las cámaras digitales los emplean en sus circuitos para estabilizar su imagen. El éxito de la consola Wii sería impensado sin estos sensores en sus controles.

Por otra parte nos preguntamos qué podemos hacer con este dispositivo, si bien las primeras y más obvias aplicaciones se enfocaban en cambiar la orientación de la pantalla al girar el teléfono o saltarse una canción agitando el celular, las posibilidades son tan amplias como la imaginación de un desarrollador. Actualmente sus más vistosos usos los podemos apreciar en los juegos desarrollados para el iPhone/iPod Touch.

Sin embargo, en combinación con un GPS es cuando las potencialidades de los acelerómetros aparecen en todo su esplendor, porque conocida la posición proporcionada por un satélite, estos sensores pueden aportar más datos, como frenadas, curvas, velocidades, etc. (incluso, cuando un GPS pierde la señal del satélite durante unos segundos, los acelerómetros se encargan de auxiliarlos calculando la ubicación del objeto).

Un muy buen ejemplo de este matrimonio entre un GPS y un acelerómetro se puede ver en la aplicación de realidad aumentada para Android, Wikitude, lo cual mencionaremos en la parte de aplicaciones, explicando lo que es y su uso en forma concreta.

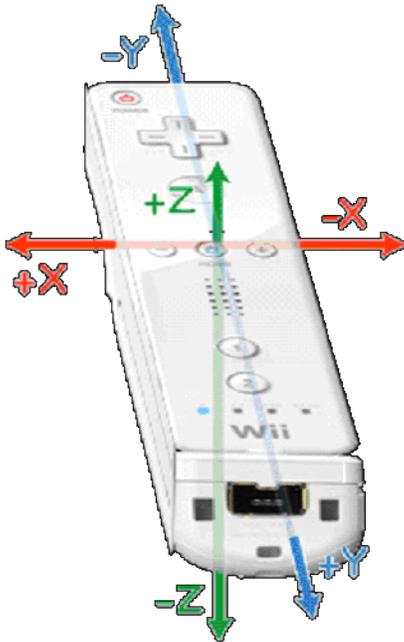
Con el crecimiento de los Smartphone dentro del mercado global, más la innovación tecnológica de hardware, se calcula que para 2010, el año que viene, 1 de cada 3 teléfonos que se vendan tendrá un acelerómetro incluido y algunos servicios y aplicaciones asociadas.

Aplicaciones actuales

NINTENDO Wii

Una de las consolas más revolucionarias de la historia de los videojuegos se basa en la utilización de un mando dotado de un acelerómetro que detecta los movimientos del

usuario, dando una sensación de realismo al usuario que deja totalmente desfasado a los botones y joysticks.



Este acelerómetro en concreto utilizado en el control del Wii es el ADXL330 de la empresa ADI. Se eligió este modelo en concreto porque la aplicación tenía unos requerimientos muy específicos.

Primero, capturar movimientos en 3 dimensiones, arriba-abajo, izquierda-derecha y delante-detrás. Lo cual se puede hacer con el ADXL330 por ser un acelerómetro de tres ejes.

Segundo, se necesita un tamaño y peso reducidos, el acelerómetro debe caber en un mando y que no canse moverlo. Las dimensiones del ADXL330 eran muy adecuadas para la tarea (4mm x 4mm x 1'45mm)

Tercero, el mando de la Wii se alimenta de 2 pilas convencionales tipo AA por lo que el consumo del acelerómetro debe ser muy bajo. Es en este apartado donde el ADXL330 sobresale tan sólo 200 μA a 2V en condiciones óptimas (el consumo promedio es de 320 μA).

Otras características interesantes de este acelerómetro son:

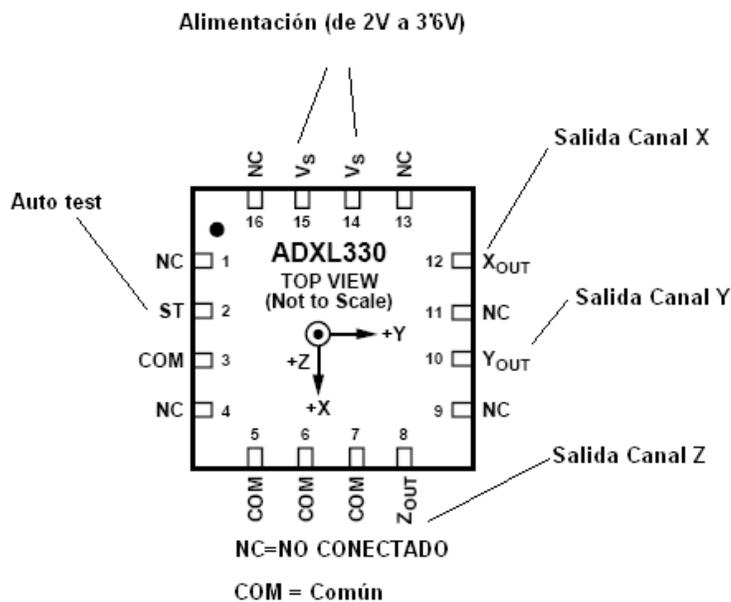
El ADXL 330 puede medir aceleraciones en un rango de +/- 3G. Suficiente para la que un brazo de persona puede generar.

Puede soportar golpes en los que se sufran desaceleraciones de hasta 10 000G. Lo cual es importante en caso de que el mando sufra una caída (lo cual por lo general ocurre con todo tipo de aparatos).

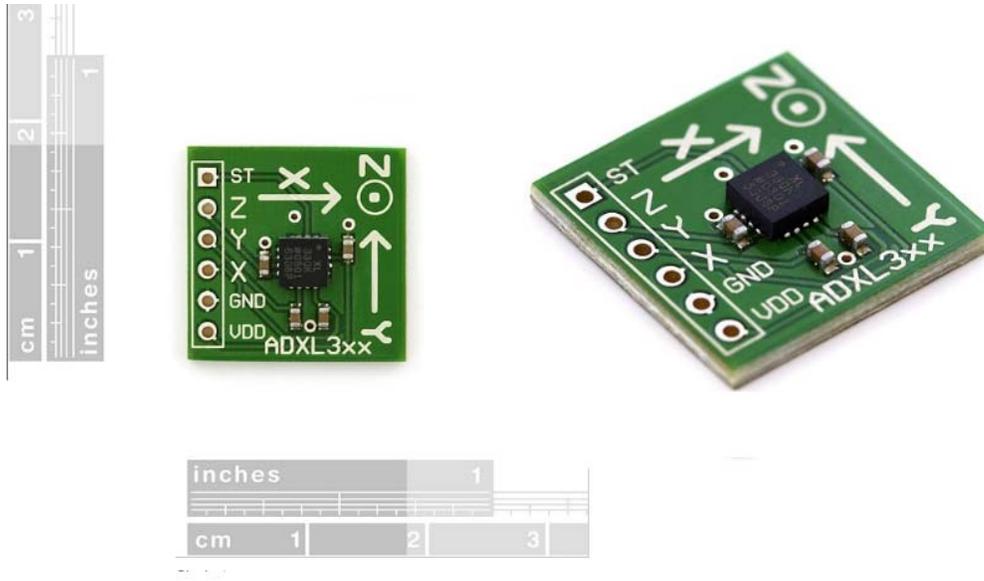
El rango de temperaturas para su funcionamiento es -25°C a 70°C. Cumple sobradamente ya que el usuario siempre estará dentro de este rango.

La tecnología utilizada es la de condensador.

Este es un esquema del chip que contiene al acelerómetro, tiene 16 pines, una salida para cada eje de movimiento (X,Y,Z), este esquema es mostrado en la siguiente figura:



Esto sería una imagen más real de cómo se vería un acelerómetro de la familia ADXL3xx que es la perteneciente al utilizado por el control del Nintendo Wii.



Wikitude Drive

De la empresa austriaca Mobilizy, una aplicación GPS que te permite guiarte sin la necesidad de mapas, todo lo hace gracias a la cámara, el GPS integrado y la brújula.

La falta de mapas no solo es un paso a su favor, si no que la aplicación pesará menos y no será necesario conectarse a la red tan frecuentemente. Funciona de forma exclusiva bajo Android y con una futura versión para iPhone dentro de poco.

El uso de la aplicación es bastante sencillo, introduce a donde quieres ir y pon tu teléfono en frente tuya, te irá dando indicaciones.

Incluye la posibilidad de controlarlo con comandos de voz, además de usar API de NavTeg, Map24 o TeleAtlas para incidencias o cambios en carreteras.

Automoción

Los acelerómetros se utilizan ampliamente en la industria automovilística hoy en día. En este ejemplo vemos un Corvette que viene equipado con un control electrónico de

tracción y estabilidad (EBTCM) se vale entre otros sensores de un acelerómetro que mide la aceleración lateral que sufre el vehículo.

El sistema lee la aceleración lateral, la posición del volante y la velocidad de las ruedas para calcular la reacción que debe dar el sistema para mantener la estabilidad del vehículo.

Una familia de acelerómetros utilizados para esta actividad es la SCA610 Series de VTI Technologies. A continuación esta tabla muestra las características eléctricas de estos chips.

ELECTRICAL CHARACTERISTICS					
Parameter	Condition	Min.	Typ.	Max.	Units
Supply voltage Vdd		4.75		5.25	V
Current consumption	Vdd = 5 V; No load		2.0	4.0	mA
Operating temperature		- 40		+ 125	°C
Resistive output load	Vout to Vdd or Vss	20			kOhm
Capacitive load	Vout to Vdd or Vss			20	nF
Output noise ⁽¹⁾	DC..4 kHz			5	mVrms

Comparado con el ADXL330 de la Wii se puede apreciar que este consume mucho más (hasta 4mA en comparación con los 320µA promedio de consumo del ADXL330) y también es más pesado a pesar de tener sólo un eje de medida.

Esto es así porque el consumo en este caso es aceptable ya que no depende de 2 pilas AA y el peso es prácticamente despreciable en comparación con el peso total del vehículo.

Sin embargo tiene un rango de funcionamiento de temperaturas superior

(-40°C..125°C), ya que en un coche se está expuesto a mayores cambios térmicos que en un mando de consola.

En la siguiente tabla se muestran otras características importantes de todos los acelerómetros de esta familia, sensibilidad, error de sensibilidad, rango de frecuencias de funcionamiento y otros.

PERFORMANCE CHARACTERISTICS									
Parameter	Condition/ Comment	SCA610-CAH1G ⁽¹³⁾	SCA610-CA1H1G ⁽¹³⁾	SCA610-C21H1A	SCA610-C23H1A	SCA610-C28H1A	SCA610-C13H1A	SCA610-CC5H1A	Units
Measuring range ⁽²⁾	Nominal	±0.5 (±30 ⁽⁹⁾)	±1 (±90 ⁽⁹⁾)	±1	±1.5	±1.7	±1.5	±3	g
Mounting plane ⁽³⁾	Measuring Direction	Horizontal	Horizontal	Horizontal	Horizontal	Horizontal	Horizontal	Horizontal	
Zero point (nom.) ⁽⁴⁾	Mounting position	Vdd/2	Vdd/2	Vdd/2	Vdd/2	Vdd/2	Vdd/2	Vdd/2	V
Sensitivity	@ room temperature	4 ^(5b)	2 ^(5a)	2 ^(5a)	1.333 ^(5a)	1.2 ^(5a)	1.33 ^(5a)	0.75 ^(5a)	V/g
Zero Point error ⁽⁶⁾	-40..125 °C	±50	±50	±125	±125	±125	±125	±195	mg
Sensitivity error	-40..125 °C	±4 ^(8b)	±4 ^(8a)	±5 ^(8a)	±5 ^(8a)	±5 ^(8a)	±5 ^(8a)	±5 ^(8a)	%
Sensitivity error ⁽⁷⁾	-25..85 °C	±2.5 ^(8b)	±2.5 ^(8a)	±3 ^(8a)	±3 ^(8a)	±3 ^(8a)	±3 ^(8a)	±3 ^(8a)	%
Typical non-linearity ⁽⁷⁾	Over measuring range	±10 ^(9a, c)	±10 ^(9a, c)	±20 ^(9a)	±20 ^(9a)	±20 ^(9a)	±20 ^(9a)	±60 ^(9a)	mg
Cross-axis sensitivity ⁽¹⁰⁾		5	5	4	4	4	4	4	%
Frequency response	-3dB point ⁽¹¹⁾	18±10	18±10	50±30	50±30	50±30	400±150	115±55	Hz
Ratiometric error ⁽¹²⁾	Vdd = 4.75..5.25 V	2	2	2	2	2	2	2	%

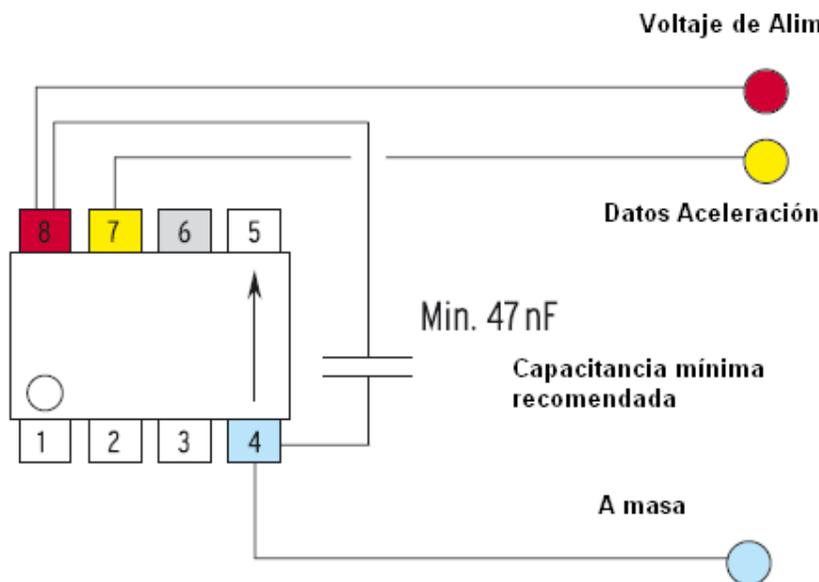
VDD = 5.00 V, UNLESS OTHERWISE SPECIFIED

El mejor acelerómetro de esta familia es capaz de medir aceleración de hasta +/- 3 G. Valores típicos que podrían alcanzarse en un turismo normal.

La aceleración máxima capaz de resistir (resistencia a golpes) es de 20000G.

Tiene un sistema de detección de fallos continuo dado que es una aplicación donde los fallos pueden tener consecuencias fatales.

El SCA610 viene encapsulado en un chip de 8 pines, como muestra el siguiente diagrama



Los pines 1 a 5 deben estar no conectados o capacitivamente conectados a masa.

El pin número 4 se conecta a masa.

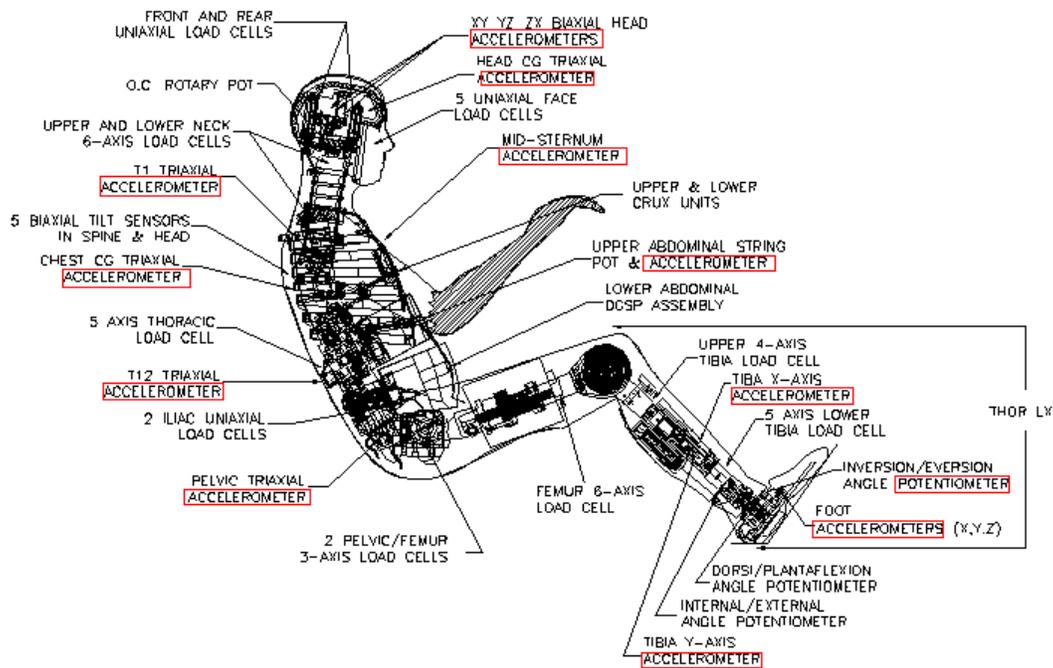
El pin 6 es el de auto diagnóstico, se puede conectar para obtener datos del error.

El pin 7 es la salida de datos del acelerómetros, el voltaje que saque es proporcional a la aceleración que sufre el sistema en la dirección que indica la flecha (ya que sólo mide en un eje debe estar correctamente situado para medir la aceleración)

El pin número 8 es el de voltaje de alimentación debe estar en 0'3V y 7V.

CRASH TEST DUMMIES (Muñeco simulación accidentes)

En los tests de accidente que se realizan a los automóviles se utilizan unos muñecos especiales que están diseñados para poder estudiar los daños que sufriría una persona normal si estuviese ahí, para ellos es vital saber la desaceleración a la que se somete el cuerpo en distintas partes. Aquí es donde entra en juego el uso de los acelerómetros. En este diagrama del modelo THOR se aprecia la enorme cantidad de acelerómetros requerida para simular el efecto de un accidente en una persona.



Uno de los modelos de acelerómetro específicamente utilizados para esta tarea es el 3901F3HB2000G de la empresa PCB Piezotronics.

Este modelo está diseñado para medir impactos severos, por eso es capaz de medir una desaceleración de hasta 2000 G. Puede conectarse a varios tipos de fuentes de alimentación (siempre que sean de 10V).

Además tiene un tamaño pequeño para que pueda ser insertado en cualquier parte del muñeco (5mmx10mmx10mm).

Cámaras digitales

Un sistema digital de la cámara fotográfica ha integrado los acelerómetros para determinar aceleraciones estáticas y dinámicas del sistema digital de la cámara fotográfica. Los datos referentes a aceleraciones estáticas y dinámicas se almacenan con los datos registrados de la imagen para la transformación posterior, por ejemplo para corregir los datos de la imagen para el rodillo, la echada y las vibraciones y para exhibir imágenes registradas con una orientación predeterminada usando la información alrededor, es decir una imagen que sea tomada con la cámara en forma horizontal (conocida como modo “paisaje”) se verá como tal luego al reproducirla, pero cuando la cámara sea inclinada un ángulo 90 grados y la imagen sea tomada con una orientación vertical (conocida como modo “retrato”), de no ser por el acelerómetro que detecta la inclinación de la cámara, esta imagen se verá “inclinada”, es decir deberíamos de girar la cámara al mismo sentido del que fue tomado la fotografía, pero esto no es necesario, ya que el acelerómetro indica la inclinación y el modo de la toma, haciendo que la imagen quede en forma horizontal (modo paisaje) siempre, sea cual fuere el ángulo de la toma. Los datos se pueden también utilizar en marcha para la supresión del borrón de transferencia causada por vibraciones.

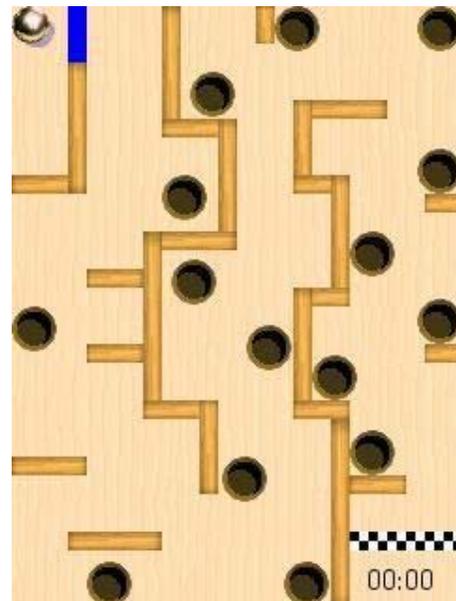
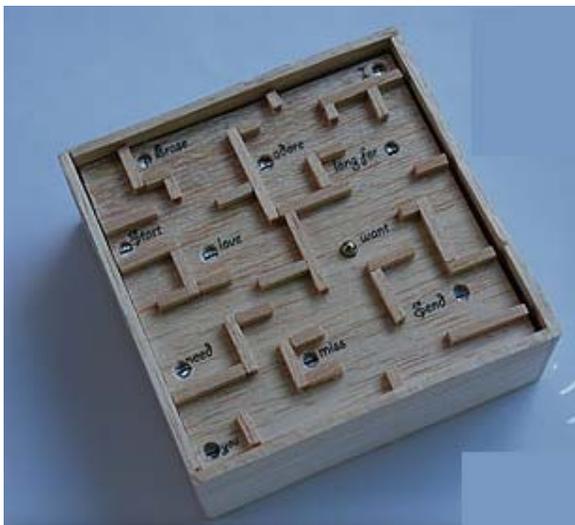
Celulares

Eh aquí donde estamos comenzando a escuchar la palabra “acelerómetro” ya que son estos aparatos los que están innovando la tecnología por medio del uso de acelerómetro.

En los celulares existen varios usos para este dispositivo, uno de ellos es el mismo que el de las cámaras digitales, ya que al ser un teléfono relativamente nuevo, cuenta con acelerómetro y evidentemente con algún tipo de cámara, y el propósito aquí es el de posicionar siempre la foto, es decir, poner en forma horizontal la imagen tomada en el caso de tener el teléfono en forma vertical. Además de poder ver cualquier imagen en forma horizontal, sea que el teléfono esté de cabeza (exclusivo del iPhone) o en algún otro grado de inclinación.

Además de utilizar el acelerómetro en conjunto con la cámara, hay aplicaciones que también utilizan el acelerómetro, una de ellas es una aplicación para Symbian que lleva el nombre de nAlertMe, es un programita que utiliza el acelerómetro de forma a evitar que el teléfono sea movido, es decir, algo así como para evitar que lo “toquen”, este programa hace sonar una alarma cada vez que el teléfono sea movido, como mencionamos anteriormente esto se basa en el uso de acelerómetro ya que al mover el teléfono desde el reposo, este posee una aceleración distinta de cero la cual efectivamente es percibida por el acelerómetro.

Otra aplicación en celulares y no la menos importante es la de los juegos, existen decenas de juegos que son creados exclusivamente para funcionar con acelerómetros en los móviles, el ejemplo mas común al buscar en la web es el de aplicaciones para uno de los celulares mas completo, el Nokia N95, que efectivamente cuenta con acelerómetro integrado, pero no por ser el mas completo y popular quiere decir que sea solo el único móvil con acelerómetro, no, existen varios, en especial de la marca Nokia así como de otras marcas. Un juego que en particular me causo gran impresión es uno llamado “Marble Maze”, un juego donde el objetivo es llevar la bola a la meta evitando caer en los agujeros, de ser así el juego vuelve a reiniciarse. En la imagen siguiente veremos una imagen de juego “normal” (izquierda) y la otra en un celular (derecha).



Además de existir miles de aplicaciones, algunas inútiles pero que al fin utilizan el acelerómetro, sin embargo, el boom del acelerómetro estará centrado en los juegos para móviles, es decir esta centrado ya que actualmente podemos apreciar una gama

de juegos que esta utilizando esta tecnología, por citar tenemos Moskillto, un juego donde el objetivo es terminar con todos los mosquitos de una pieza, contando con un arma y moviendo el celular para buscar y apuntar.

Conclusión

Históricamente, la industria automotriz ha sido -por mucho- la mayor consumidora de acelerómetros, pero en no más de 3 años el panorama ha girado en 90 grados. Si en 2006 los pedidos de las automotoras representaban el 78% de los acelerómetros fabricados, el año pasado sólo cubrieron el 40% de la demanda. En cambio, la electrónica de consumo y la telefonía pasaron de un 22 a un 58% durante el mismo período.

Hay dos buena razones para este cambio de paradigma en la demanda. La primera es el colapso global en la producción de automóviles. Y la segunda, el deseo de los consumidores por contar con detección de movimiento en sus teléfonos y consolas de videojuegos.

Está claro que cada vez veremos aplicaciones más ingeniosas, que los precios seguirán bajando aún más en los próximos años y que la presión por contar con estos sensores llegará más allá de los teléfonos inteligentes hasta abarcar al resto de aparatos de gama media y baja.

El dispositivo existe, y queda a criterio del fabricante o usuario saber dónde y cómo aplicarlo de modo a que sea de la forma más ingeniosa posible. Con esto podemos concluir que hay acelerómetro para rato y es el inicio de lo que sería una vida larga y agitada para acelerómetro...

Bibliografía

www.wikipedia.com

<http://www.azimadli.com/vibman-spanish/elacelermetro.htm>

<http://www.maquinadevibracion.com/downloads/IntroVibEspanol.pdf>

<http://www.mobilizy.com/en/drive>

<http://www.wayerless.com/2009/06/el-boom-de-los-acelerometros-w-guia/>

http://www.pol.una.py/archivos/IngEltrnik/Sensores/Cap5_2Acelerometros.pdf

http://www.sensotec.com/pdf/FAQ_092003.pdf

<http://archives.sensormag.com/articles/0601/98/main.shtml>

<http://es.patents.com/Digital-camera-integrated-accelerometers/US20020028071/es-US/>

Complementos

Acelerómetros

Aplicaciones

What's the point?

¿Por qué medir la aceleración?

- La aceleración es una característica física de los sistemas.
- La medición de la aceleración es usada como entrada de muchos sistemas de control.
- Los sistemas de control usan sistemas de medición de aceleración para poder controlar los cambios en las condiciones del sistema.

Ingeniería y biología

- Detección y prevención de impactos.
- Alarmas contra robo.
- Los acelerómetros pueden ser utilizados para medir la vibración de los automóviles, maquinas, edificios, instalaciones de seguridad.
- Sirven para detectar las actividades sísmicas, inclinación, medida de distancia y velocidad con o sin la influencia de la gravedad.
- Notebooks equipadas con acelerómetros que contribuyen con el Quake-Catcher Network - QCN
- En el campo biológico, los acelerómetros se utilizan para determinar la proporción a la cual los animales gastan energía en su ambiente silvestre, ya sea mediante su frecuencia cardiaca o la aceleración corporal.

Science y Monitoreo de Sistemas

- Sirven para monitorear las torres de refrigeración, para reducir el tiempo de inactividad de los equipos, y mejorar la seguridad en las plantas de producción detectando condiciones de desequilibrio.
- Los científicos utilizan también los acelerómetros para poder estudiar los hábitos de ciertas criaturas salvajes como el lemur.
- Los acelerómetros transfieren los datos



que recaban a una memoria que es capaz de almacenar estos por varios días sobre los despegues y los aterrizajes de estos animales.

Navegación y transporte

- El sistema de Navegación inercial (INS): Calcula a través de los acelerómetros la posición, orientación y velocidad de los objetos sin necesidad de usar sistemas de referencia externos.
- Sistema de Airbag de los automóviles.

Otra aplicación de la automoción es el control de ruido, vibración y dureza (NVH), condiciones que causan molestia para los conductores y pasajeros, y que pueden también ser indicadores de fallas mecánicas.

Electrónica

- Smartphones, Reproductores de Audio, PDA'S.
 - Ejemplos: Apple iPhone, Samsung Omnia, Samsung Omnia HD, Samsung innov8, Nokia N96, Nokia 5800, Sony Ericsson W910i, Palm Pre,Blackberry Storm, HTC Touch Diamond, HTC Dream, Microsoft Zune HD, Apple iPod touch and Apple iPod Nano 5G.
 - Nokia Step Counter.
 - Sistemas que detectan la posición en la que se encuentra la notebook y alinean la pantalla de ese lado.
 - HTC Touch Pro, HTC Touch Diamond, Sony Ericsson G705, Sony Ericsson W595, Sony Ericsson W760, Sony Ericsson W910, Sony Ericsson W902, Sony Ericsson K850i, Sony Ericsson C905 and Sony Ericsson C510 .

45 Aplicaciones acelerometro

RotateMe v2.0 Final
RotateMe v2.1 Beta2
Nokmote Beta3
ShutUp Beta1;
FlipSilent v1.06;
Rock 'n' Scroll Beta2 v1.0.1
ShakeSMS v1.02;
Shakelock v1.05;
UnlockShake Beta1
LandscapePro v2.0 Final;
Lightsabre v1.05;
Nivel v2.0 Final
[Magic](#) Level v1.0.0;
Glogger v1.03;
pyMoneta (el truco de la moneda)



emTube v1.0.12;
Ball Game;
Cerveza
PyRybka (acuario virtual);
NiiMe
Drums+wheels+Mouse+Play v1.3b;
Rotation Sensor
Moving Ball;
Activity Monitor;
Inclinometer
Shaker Racer:
Verlet;
Water Box
Sensor Speak v3;
Phone Fight;
Battery Voice v4.0
Pocket Toshi (generador de ritmos);
Nokia Step Counterv0.21b;
Interactive Screensaver
Nokoshop v1.0 (paint);

Caso de Estudio

Quake Catcher Network

- Es una iniciativa para desarrollar la red sísmica más grande y de menor costo utilizando los sensores que las máquinas actuales traen incorporados y una conexión a Internet.
- Este proyecto intenta recabar información sobre los terremotos y permitir un rápida movilización en caso de que se detecte alguno, reduciendo así los daños y costos, sobre todo humanos que estos pueden ocasionar.
- La idea de este proyecto es que las máquinas, conectadas a Internet utilicen los acelerómetros para detectar cualquier tipo de movimiento sísmico. Ante la presencia de alguno, el sistema detector envía una señal de alarma para avisar a escuelas, empresas y sistemas de emergencia acerca de la cercanía de un sismo. Como la señal de Internet viaja más rápidamente que la de las ondas sísmicas, es posible anticipar estos terremotos y disminuir así las pérdidas humanas. "We can measure the seismic waves and then get a warning out to people before the seismic waves get to them. That to me is physically possible," Cochran says.

Laptops con Sensores

- Macintosh manufacturadas despues de enero de 2005.
- Thinkpad manufacturadas después de 2003.

- HP laptop producidas desde enero de 2007. Estas viene con 3D Motion Data Protection System.
- Acers producidas enero de 2007 (Gravisense).

Bibliografía

- <http://en.wikipedia.org/wiki/Accelerometer>
- <http://www2.usfirst.org/2005comp/Manuals/Acceler1.pdf>
- <http://news.directindustry.es/press/dytran-instruments/acelerometro-miniatura-para-los-usos-donde-esta-critico-el-pequeno-espacio-37504-32316.html>
- http://www.gmspain.com/foros/h687724_Aplicaciones-moviles-Symbian_45-Aplicaciones-Acelerometro.html
- <http://www.wilcoxon.com/knowdesk/auto.pdf>
- <http://qcn.stanford.edu/>
- http://www.gmspain.com/foros/h687724_Aplicaciones-moviles-Symbian_45-Aplicaciones-Acelerometro.html
- http://www.gmspain.com/foros/h673093_Aplicaciones-moviles-JAVA_OFICIAL-Aplicaciones-Acelerometro.html
- http://www.wired.com/science/planetearth/news/2008/03/quake_network
- http://en.wikipedia.org/wiki/Sudden_Motion_Sensor

Sensores del iPhone

- Acelerómetro.
- Sensor de Proximidad.
- Sensor de Luminosidad.
-

Acelerómetro



Sensor de Proximidad

Es un transductor que detecta objetos o señales que se encuentran cerca del elemento sensor.

Existen varios tipos de sensores de proximidad según el principio físico que utilizan:

- Capacitivos: Este tipo de transductor trabaja con un [campo electrostático](#). Al aproximarse un objeto "metálico" se produce un cambio en el campo electrostático alrededor del elemento sensor. Este cambio es detectado y enviado al sistema de detección.
- Inductivos: Los sensores inductivos de proximidad han sido diseñados para trabajar generando un campo magnético y detectando las pérdidas de corriente de dicho campo generadas al introducirse en él los objetos de detección férricos y no férricos.
- Fotoeléctricos: También se denominan [fotocélulas](#). Este tipo de transductor trabaja con un emisor y detector de luz, como [rayos infrarrojos](#). Cuando un objeto refleja la luz del emisor hacia el receptor, éste la sensa y activa la etapa de control.



Tenemos un sensor formado por un [fotómetro](#).

En un amplio sentido, un fotómetro es cualquier instrumento usado para medir la intensidad de la Luz, éste la sensa y activa la etapa de control.

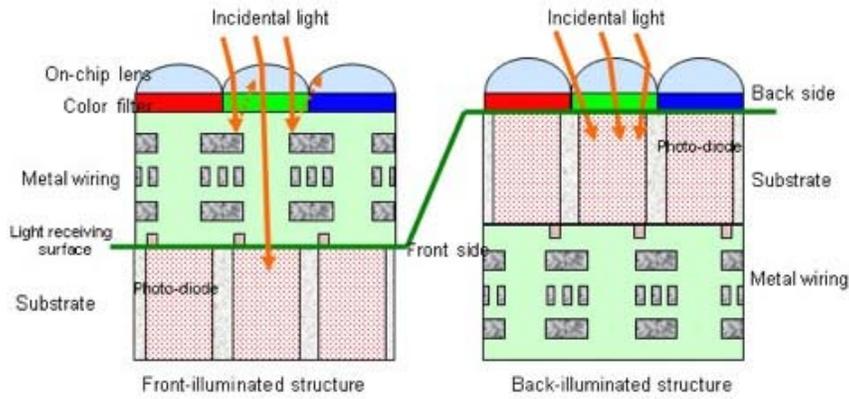


El sensor CMOS R de Sony

Un sensor con iluminación posterior que mejora la captura de imágenes con escasa luz, aumentando la claridad y reduciendo el ruido.

Es capaz de mejorar bastante la toma de fotos en situaciones de poca luz, evitando usar el flash.

Para conseguir el doble de sensibilidad y reducir el ruido, el sensor está construido de forma distinta a los habituales CMOS que hasta ahora Sony ha venido fabricando



También, el sensor amplía el rango dinámico, mejorando las imágenes y sus colores captados. Unido a que proporciona menos cantidad de ruido.

